

#2 Priority  
4/6/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

SASHIRO UEMURA, ET AL.

For: **VACUUM FLUORESCENT DISPLAY**



Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

**Request for Priority**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely  
Japanese application number 249506/2000 filed August 21, 2000.

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN

Dated: August 20, 2001

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-249506

出 願 人

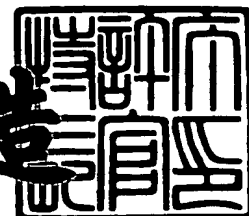
Applicant(s):

伊勢電子工業株式会社

2001年 7月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 12-4-5

【提出日】 平成12年 8月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 29/02  
H01J 31/15

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県伊勢市上野町字和田 7 0 0 番地 伊勢電子工業株式会社内

    【氏名】 上村 佐四郎

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県伊勢市上野町字和田 7 0 0 番地 伊勢電子工業株式会社内

    【氏名】 余谷 純子

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県伊勢市上野町字和田 7 0 0 番地 伊勢電子工業株式会社内

    【氏名】 長廻 武志

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区則武新町三丁目 1 番 3 6 号 株式会社 ノリタケカンパニーリミテド内

    【氏名】 小林 一雄

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区則武新町三丁目 1 番 3 6 号 株式会社 ノリタケカンパニーリミテド内

    【氏名】 倉知 宏行

【特許出願人】

    【識別番号】 000117940

    【氏名又は名称】 伊勢電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064621

【弁理士】

【氏名又は名称】 山川 政樹

【電話番号】 03-3580-0961

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006194

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9718365

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 蛍光表示管

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一部が透光性を有するフロントガラスとこのフロントガラスに対向配置された基板と前記フロントガラス及び前記基板の周縁部を密閉接続するスペーサとからなりかつ内部が真空排気された外囲器と、この外囲器内の前記フロントガラス側に配置され、所定の表示パターンを有する蛍光体膜と、前記外囲器内の前記基板側に前記蛍光体膜と対向して配置され、前記表示パターンに対応したパターン形状の電子放出面を有する電子放出部と、この電子放出部と前記蛍光体膜の間に前記電子放出部から離間して配置された電子引き出し電極と、前記電子放出部の周縁上に配置されて前記電子引き出し電極を支持する絶縁支持部材とを備えた蛍光表示管において、

前記絶縁支持部材は、

前記電子放出部の前記電子放出面を複数領域に分割する隔壁を有することを特徴とする蛍光表示管。

【請求項 2】 前記隔壁は、

ほぼ等しい間隔で平行に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の蛍光表示管。

【請求項 3】 前記隔壁は、

前記電子放出部の前記電子放出面を、複数のほぼ同じ形状からなる電子放出領域に分割するように配置されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の蛍光表示管。

【請求項 4】 前記電子引き出し電極は、

メッシュ状の金属板によって構成され、前記絶縁支持部材により前記電子放出面の上方に架設されている

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の蛍光表示管。

【請求項 5】 前記電子引き出し電極は、

前記絶縁支持部材の頂部に配置された導電膜によって構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の蛍光表示管。

【請求項 6】 前記電子放出部は、

円筒状のグラファイトの層からなる多数のカーボンナノチューブで構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の蛍光表示管。

【請求項 7】 前記電子放出部は、

多数の貫通孔を有しナノチューブ状繊維の生成核となる板状金属部材と、この金属部材の表面及び貫通孔壁に形成された多数のナノチューブ状繊維からなる被膜とから構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の蛍光表示管。

【請求項 8】 前記電子放出部と前記蛍光体膜は、

前記外囲器内に複数設けられ、かつ表示パターンごとに 1 対 1 で対応するように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の蛍光表示管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は蛍光表示管に関し、特に面状電子放出源を用いた蛍光表示管に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、音響機器や自動車のダッシュボードの表示部品として、電子表示デバイスの一つである蛍光表示管が多用されている。この蛍光表示管とは、蛍光体が付着した陽極と、この陽極と対向した位置にある陰極とが真空容器内に配置され、陰極から放出された電子をこの蛍光体に衝突させることによって発光を得るものであり、一般的には、陰極と陽極の間に電子の流れを制御するグリッドを設けて蛍光体を選択的に発光させるようにした 3 極管形式が最も多く使用されている。

【0003】

従来の一般的な蛍光表示管は、直径 7 ～ 20  $\mu\text{m}$  のタングステン細線に電子放射性物質を塗布して形成したフィラメント（フィラメントカソード）を陰極とし

て用いている。フィラメントは、電極リードを兼ねた1対のフィラメントサポートと呼ばれる金属薄板に溶接固定されたアンカーと呼ばれる弾性を有する金属薄板に取り付けられており、フィラメントサポート間に電圧を印加してフィラメントに電流を流すことにより、加熱されたフィラメントから熱電子が放出される。放出された熱電子は陽極に向かって加速され、所定のパターンに形成された蛍光体膜に衝突して蛍光体を発光させる。パターン表示をON/OFFする場合は、フィラメントと陽極の間に設けたグリッドに印加する電圧の正負を切り替えて行う。

## 【0004】

従来の蛍光表示管では、陰極として上述したようなフィラメントを用いているため、次に示すような問題点があった。

まず、非常に細くぜい弱なフィラメントを架張して取り付けなければならないため、フィラメントを長くすることができず、表示面積を広くすることができなかった。また、表示するパターンの輝度を均一にするため、放出された電子をグリッドで拡散させるので、高輝度にするのが困難であった。

## 【0005】

このような問題点を解決するため、面状の電子放出源を陰極に用いた蛍光表示管が提案されている。例えば、陰極としてカーボンナノチューブの集合体からなる長さ数 $\mu\text{m}$ から数 $\text{mm}$ の針形状の柱状グラファイトを混入したペーストを用いて印刷により面状の電子放出源を形成したものが知られている。カーボンナノチューブは、単層のグラファイトが円筒状に閉じ、かつ円筒の先端部に五員環が形成された構造をしており、その代表的な直径が $4\sim 50\text{nm}$ と微小なため $10^9\text{V/m}$ 程度の電界を印加することにより、その先端から電子を電界放出させることができる。上記面状の電子放出源は、この性質を利用したものである。

## 【0006】

図7は、面状の電子放出源を陰極に用いた蛍光表示管の一例を示し、同図において(a)は全体の構成を示す断面図、(b)は(a)の電子放出部付近の拡大図である。この蛍光表示管は、少なくとも一部が透光性を有するフロントガラス401と、フロントガラス401に対向配置された基板402と、フロントガラ

ス 4 0 1 及び基板 4 0 2 の周縁部を密閉接続する枠状のスペーサ 4 0 3 とからなり、かつ内部が真空排気された外囲器 4 0 0 を備えている。外囲器 4 0 0 内のフロントガラス 4 0 1 側には、所定の表示パターンを有する発光部 4 1 0 が形成されており、この発光部 4 1 0 は、フロントガラス 4 0 1 内面に所定の表示パターンで配置された陽極となる透明電極 4 1 1 と、この透明電極 4 1 1 上に配置された蛍光体膜 4 1 2 とから構成されている。

#### 【 0 0 0 7 】

また、外囲器 4 0 0 内の基板 4 0 2 側には、蛍光体膜 4 1 2 と対向する位置にカーボンナノチューブを電子放出源とする電子放出部 4 2 0 が表示パターンに対応したパターン形状で配置されている。電子放出部 4 2 0 と蛍光体膜 4 1 2 の間には、電子放出部 4 2 0 から所定距離離間して電子引き出し電極 4 3 0 が配置されており、電子引き出し電極 4 3 0 は、電子放出部 4 2 0 の周囲に配置された絶縁支持部材 4 4 0 で支持されている。また、外囲器 4 0 0 内のフロントガラス 4 0 1 側には、発光部 4 1 0 を囲むように基板 4 0 2 の方向へ垂設された前面支持部材 4 0 5 が設けられており、電子引き出し電極 4 3 0 の外周上に配置された中間支持部材 4 0 6 と接触するように構成されている。

#### 【 0 0 0 8 】

このような構成において、電子放出部 4 2 0 と電子引き出し電極 4 3 0 の間に電子引き出し電極 4 3 0 が正の電位となるように高電圧を印加すると、電子放出部 4 2 0 のカーボンナノチューブに電界が集中し、高電界となったカーボンナノチューブの先端から電子が引き出され、電子引き出し電極 4 3 0 の電子通過孔 4 3 1 を通して放出される。このため、透明電極 4 1 1 に電子引き出し電極 4 3 0 に対して例えば + 6 0 V 程度の正電圧（加速電圧）が印加されていると、電子が透明電極 4 1 1 に向かって加速され、蛍光体膜 4 1 2 に衝突して蛍光体膜 4 1 2 を発光させる。これにより、所定の表示パターンが表示される。

#### 【 0 0 0 9 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の面状電子放出源を用いた蛍光表示管は、表示パターンの面積を大きくするために、発光部 4 1 0 とこの発光部 4 1 0 に対応する電子放出



部 4 2 0 の面積を大きくすると、図 8 に示すように、表示パターン 4 1 5 の周辺部のみが明るく発光し、中央部の発光が暗くなるという現象が発生して、高輝度部 4 1 6 と低輝度部 4 1 7 が生じ、表示パターン 4 1 5 に輝度むらが生じるという問題があった。

#### 【0 0 1 0】

本発明者らは、上記問題を解決するため、大面積の表示パターンに輝度むらが発生する原因について考察を行い、以下に述べる結論に到達した。これによると、図 7 (b) に示すように、電子放出部 4 2 0 から放出された電子の一部が電子放出部 4 2 0 と電子引き出し電極 4 3 0 の間の絶縁支持部材 4 4 0 に衝突すると、絶縁支持部材 4 4 0 の表面から衝突した電子より多い二次電子が放出され、絶縁支持部材 4 4 0 の表面が正電位に帯電する。その結果、絶縁支持部材 4 4 0 近傍の電界強度が高くなり絶縁支持部材 4 4 0 付近の電子放出源から電子が放出されやすくなる。

#### 【0.0 1 1】

このため、絶縁支持部材 4 4 0 の対向位置に近い蛍光体膜 4 1 2 の周辺部に衝突する電子が多くなり蛍光体膜 4 1 2 の周辺部が明るく発光するため、表示されるパターンも周辺部のみが明るく中央部が暗くなる。本発明者らは、この結論に基づいて鋭意検討を行った結果、絶縁支持部材の帯電を積極的に利用することで課題を解決できることを見だし、この発明を完成するに至った。すなわち、この発明の目的は、面状電子放出源を用いた蛍光表示管において大面積の表示パターンを均一に発光させることのできる蛍光表示管を提供することにある。

#### 【0 0 1 2】

##### 【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、この発明は、少なくとも一部が透光性を有するフロントガラスと、このフロントガラスに対向配置された基板と、フロントガラス及び基板の周縁部を密閉接続するスペーサとからなりかつ内部が真空排気された外囲器と、この外囲器内のフロントガラス側に配置された所定の表示パターンを有する蛍光体膜と、外囲器内の基板側に蛍光体膜と対向して配置された表示パターンに対応したパターン形状の電子放出面を有する電子放出部と、この電子

放出部と蛍光体膜の間に電子放出部から離間して配置された電子引き出し電極と、電子放出部の周縁上に配置されて電子引き出し電極を支持する絶縁支持部材とを備えた蛍光表示管において、絶縁支持部材が電子放出部の電子放出面を複数領域に分割する隔壁を有することによって特徴づけられる。

## 【 0 0 1 3 】

この発明における絶縁支持部材の一構成例は、隔壁がほぼ等しい間隔で平行に配置されている。また、絶縁支持部材の別の構成例は、隔壁が電子放出部の電子放出面を、複数のほぼ同じ形状からなる電子放出領域に分割するように配置されている。電子引き出し電極の一構成例は、メッシュ状の金属板によって構成され、絶縁支持部材により電子放出面の上方に架設されている。また、電子引き出し電極の別の構成例は、絶縁支持部材の頂部に配置された導電膜によって構成されている。電子放出部の一構成例は、円筒状のグラファイトの層からなる多数のカーボンナノチューブで構成されている。また、電子放出部の別の構成例は、多数の貫通孔を有しナノチューブ状繊維の生成核となる板状金属部材と、この金属部材の表面及び貫通孔壁に形成された多数のナノチューブ状繊維からなる被膜とから構成されている。この発明の蛍光表示管の一構成例は、電子放出部と蛍光体膜が外囲器内に複数設けられ、かつ表示パターンごとに1対1で対応するように構成されている。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明の実施の形態】

以下に図を用いてこの発明の実施の形態を説明する。

はじめに、この発明の第1の実施の形態について説明する。

図1は、この発明の第1の実施の形態にかかる蛍光表示管を示しており、同図において(a)は全体の構成を示す断面図、(b)は(a)の電子放出部付近の拡大図である。この蛍光表示管は、少なくとも一部が透光性を有するフロントガラス101と、フロントガラス101に対向配置された基板102と、フロントガラス101及び基板102の周縁部を密閉接続する枠状のスペーサ103とからなりかつ内部が真空排気された外囲器100を備えている。

## 【 0 0 1 5 】

外囲器 1 0 0 内のフロントガラス 1 0 1 側には、所定の表示パターンを有する発光部 1 1 0 が形成されており、この発光部 1 1 0 は、フロントガラス 1 0 1 内面に所定の表示パターンで配置された陽極となる透明電極 1 1 1 と、この透明電極 1 1 1 上に配置された蛍光体膜 1 1 2 とから構成されている。また、外囲器 1 0 0 内の基板 1 0 2 側には、蛍光体膜 1 1 2 と対向する位置に表示パターンに対応したパターン形状の電子放出面を有する電子放出部 1 2 0 が配置されている。

## 【 0 0 1 6 】

電子放出部 1 2 0 と蛍光体膜 1 1 2 の間には、電子放出部 1 2 0 から 0. 3 m m 離間して電子引き出し電極 1 3 0 が配置されており、電子放出部 1 2 0 と電子引き出し電極 1 3 0 の間には、電子引き出し電極 1 3 0 を電子放出部 1 2 0 から所定距離離間する絶縁支持部材 1 4 0 が配置されている。また、外囲器 1 0 0 内のフロントガラス 1 0 1 側には、発光部 1 1 0 を囲むように基板 1 0 2 の方向へ垂設された前面支持部材 1 0 5 が設けられており、電子引き出し電極 1 3 0 の外周上に配置された中間支持部材 1 0 6 と接触するように構成されている。

## 【 0 0 1 7 】

ここで、外囲器 1 0 0 を構成するフロントガラス 1 0 1、基板 1 0 2 及びスペーサ 1 0 3 は、ソーダライムガラスを用いており、低融点のフリットガラスでそれぞれ接着されている。なお、フロントガラス 1 0 1 と基板 1 0 2 は、厚さ 1 ~ 2 m m の板ガラスを使用している。また、外囲器 1 0 0 内は  $10^{-5}$  P a 台の真空度に保持されている。

## 【 0 0 1 8 】

透明電極 1 1 1 は、透明導電膜である I T O ( I n d i u m T i n O x i d e ) 膜から構成されており、周知のスパッタリング法とリフトオフ法を用いてフロントガラス 1 0 1 の内面に所定の表示パターンで形成されている。なお、透明導電膜の代わりに、周知のスパッタリング法とエッチング法を用いて開口部を有するアルミニウム薄膜を形成し、透明電極としてもよい。蛍光体膜 1 1 2 は、所定の発光色を有する低速電子線励起蛍光体で構成されており、蛍光体ペーストを所定の表示パターンで透明電極 1 1 1 上にスクリーン印刷した後、焼成して形成したものである。この低速電子線励起蛍光体には、蛍光表示管で一般的に使用

されている周知の酸化物蛍光体や硫化物蛍光体が使用できる。なお、表示パターンごとに蛍光体の種類を変えて発光色を異なるようにしてもよいことは言うまでもない。

#### 【0019】

電子放出部120は、導電性を有する粘性溶液に複数のカーボンナノチューブが集合して構成されたバンドルを分散させたバンドルペーストを表示パターンに対応したパターン形状で基板102上にスクリーン印刷した後、焼成して導電膜を形成し、その後に電子放出面とする領域の表面をレーザ照射して表面の導電性粒子、バインダー及びバンドル中の炭素の多面体粒子を蒸発させて除去し、形成したものである。この電子放出部120は、厚さ20～100 $\mu$ mで、図1(b)で示すように、導電膜121から露出したバンドル122表面に多数のカーボンナノチューブが均一に分布しており、それぞれのカーボンナノチューブが電子放出源として動作する。

#### 【0020】

カーボンナノチューブは、グラファイトの単層が円筒状に閉じ、かつ円筒の先端部に五員環が形成された構造をしており、その直径は4～50nmと微小のため、 $10^9$ V/m程度の電界を印加することにより電子を電界放出させることができる。なお、カーボンナノチューブには、単層のものと、複数のグラファイトの層が入れ子構造的に積層し、それぞれのグラファイト層が円筒状に閉じた同軸多層構造となっているものとがあるが、どちらを用いてもよい。また、カーボンナノチューブを露出させる方法は、レーザ照射に限られるものではなく、例えばプラズマを用いた選択的なドライエッチングを用いてもよい。

#### 【0021】

電子引き出し電極130は、引き出した電子を通過させる電子通過孔131が多数設けられた金属板によって構成されており、電子放出部120と1対1に対応するように設けられている。この場合、電子引き出し電極130は、厚さ50 $\mu$ mのステンレス板で構成されており、エッチングにより口径約100 $\mu$ mの多数の電子通過孔131が形成されている。絶縁支持部材140は、図2で示すように、電子を通過させるための表示パターンに対応した形状の開口部141を備

えた絶縁基板 1 4 2 である。この絶縁基板 1 4 2 の開口部 1 4 1 は、ほぼ等しい間隔で平行に配置された隔壁 1 4 3 により複数に分割されてスリット状となっている。この実施の形態の絶縁支持部材 1 4 0 では、絶縁基板 1 4 2 の厚さを 0.3 mm とした。また、隔壁 1 4 3 の幅を 0.2 mm とし、隔壁間の幅を 0.8 mm とした。絶縁基板 1 4 2 には、例えばアルミナなどのセラミック基板を用いており、開口部 1 4 1 は、レーザ光を照射して形成している。

#### 【 0 0 2 2 】

前面支持部材 1 0 5 は、低融点のフリットガラスを含む絶縁ペーストを所定の高さになるまでフロントガラス 1 0 1 内面の発光部 1 1 0 を囲むように繰り返しスクリーン印刷した後、焼成して形成した絶縁体で構成されている。この実施の形態では、前面支持部材 1 0 5 の幅を 3 0 ~ 1 5 0  $\mu$ m、高さを 5 0 0  $\mu$ m 程度とした。中間支持部材 1 0 6 は、電子引き出し電極 1 3 0 の電子通過孔 1 3 1 から放出された電子を通過させるための表示パターンに対応した形状の開口部を備えた枠状の絶縁性部材である。ここで、中間支持部材 1 0 6 は、例えばアルミナなどのセラミック基板にレーザ光を照射して開口部を形成したものである。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、この実施の形態にかかる蛍光表示管の動作について説明する。図 1 (a) に示すように、電子放出部 1 2 0 と電子引き出し電極 1 3 0 の間に、これらに接続された端子（図示せず）を介して、電子引き出し電極 1 3 0 が正の電位となるように高電圧を印加すると、電子放出部 1 2 0 のカーボンナノチューブに電界が集中し、高電界となったカーボンナノチューブの先端から電子が引き出され、電子引き出し電極 1 3 0 の電子通過孔 1 3 1 を通して放出される。このため、透明電極 1 1 1 に電子引き出し電極 1 3 0 に対して例えば + 6 0 V 程度の正電圧（加速電圧）が印加されていると、電子が透明電極 1 1 1 に向かって加速され、蛍光体膜 1 1 2 に衝突して蛍光体膜 1 1 2 を発光させる。

#### 【 0 0 2 4 】

この際、図 1 (b) に示すように、カーボンナノチューブの先端から引き出された電子の一部が絶縁支持部材 1 4 0 の壁面に衝突して壁面から複数の二次電子を放出させる。これにより、壁面が正に帯電するため、壁面の表面電位が上昇す

るが、この実施の形態では、絶縁支持部材 1 4 0 の電子を通過させるための開口部 1 4 1 を幅のほぼ等しい複数のスリットから構成したので、帯電した壁面間の距離が短くなり表示パターンに対応する開口部 1 4 1 内の電界強度が均一化される。このため、電子引き出し電極 1 3 0 の電位と絶縁支持部材 1 4 0 の帯電した壁面の電位との合成による仮想的な電子引き出し電極 1 3 2 は、図 1 (b) の点線で示すように、実際の電子引き出し電極 1 3 0 よりも電子放出部 1 2 0 に近い位置にあり、かつその形状の傾きも図 7 (b) の点線で示した従来の蛍光表示管の仮想的な電子引き出し電極 4 3 2 に比べて緩やかになる。

#### 【 0 0 2 5 】

よって、従来の蛍光表示管に比べて電子放出が均一化されるので、大面積の表示パターンであっても、図 8 で示した従来の蛍光表示管の不均一な発光と異なり、図 3 に示す均一な発光が得られる。また、帯電した壁面間の距離が短いため、従来に比べて電界強度が高くなり、電子放出が多くなるので、従来より低電圧でも多くの放出電流が得られる。また、従来と同等の電圧と放出電流でよい場合は、電子放出部 1 2 0 と電子引き出し電極 1 3 0 の距離を広げることができるので、電子放出部 1 2 0 と電子引き出し電極 1 3 0 の接触などの不具合を減らすことができる。さらに、絶縁支持部材 1 4 0 が電子引き出し電極 1 3 0 を周辺部だけでなく、電子放出部 1 2 0 内においても支持しているため、電子引き出し電極 1 3 0 の振動を抑制することができるので、振動による電位変動で発生する輝度むらも少なくなる。

#### 【 0 0 2 6 】

次に、この発明の第 2 の実施の形態について説明する。

図 4 は、この発明の第 2 の実施の形態にかかる蛍光表示管を示しており、同図において (a) は全体の構成を示す断面図、(b) は (a) の電子放出部付近の拡大図である。この蛍光表示管が図 1 に示したものと異なる点は、電子放出部 2 2 0 が多数の貫通孔を有しナノチューブ状繊維の生成核となる板状金属部材 2 2 1 と、この板状金属部材 2 2 1 の表面及び貫通孔壁に配置された多数のナノチューブ状繊維からなる被膜 2 2 2 とから構成されており、フリットガラスを含む絶縁ペースト (図示せず) で基板 2 0 2 に固定されていることである。なお、電子

放出部 2 2 0 以外は、第 1 の実施の形態で説明したものと同一であるので、説明を省略する。

【 0 0 2 7 】

ここで、板状金属部材 2 2 1 は、鉄又は鉄を含む合金からなる金属板であり、貫通孔がマトリクス状に設けられて格子状となっている。なお、貫通孔の開口部の形状は、板状金属部材 2 2 1 上で被膜 2 2 2 の分布が均一となるものであればどのような形状でもよく、開口部の大きさが同一である必要はない。例えば、開口部の形状が三角形、四角形、六角形などの多角形やこれら多角形の角を丸めたもの、又は円形やだ円形など何でもよい。また、金属部分の隣り合う貫通孔の間の断面形状は、図 4 ( b ) に示すような方形に限られるものではなく、例えば、円形やだ円形などの曲線で構成されたものや、三角形、四角形、六角形などの多角形やこれら多角形の角を丸めたものなど何でもよい。

【 0 0 2 8 】

板状金属部材 2 2 1 に鉄又は鉄を含む合金を用いるのは、鉄が炭素からなるナノチューブ状繊維の生成核となるためである。板状金属部材 2 2 1 に鉄を用いる場合は工業用純鉄 ( 9 9 . 9 6 F e ) を使用するが、その純度は特に規定の純度が必要なわけではなく、例えば、純度 9 7 % や 9 9 . 9 % などでもよい。また、鉄を含む合金としては、例えば、4 2 合金や 4 2 - 6 合金などが使用できるが、これに限られるものではない。この実施の形態では生産コストや入手の容易さを考慮して、厚さ 5 0 ~ 2 0 0  $\mu$  m の 4 2 - 6 合金の薄板を用いた。

【 0 0 2 9 】

被膜 2 2 2 を構成するナノチューブ状繊維は、太さが 1 0 n m 以上 1  $\mu$  m 未満程度で、長さが 1  $\mu$  m 以上 1 0 0  $\mu$  m 未満程度の炭素で構成された物質であり、グラファイトの単層が円筒状に閉じ、かつ円筒の先端部に五員環が形成された単層構造のカーボンナノチューブや、複数のグラファイトの層が入れ子構造的に積層し、それぞれのグラファイト層が円筒状に閉じた同軸多層構造のカーボンナノチューブであってもよいし、構造が乱れて欠陥をもつ中空のグラファイトチューブやチューブ内に炭素が詰まったグラファイトチューブでもよい。また、これらが混在したものであってもよい。これらのナノチューブ状繊維は、一端が板状金

属部材 2 2 1 の表面や貫通孔壁に結合するとともに、カールしたり互いに絡み合ったりして格子を構成する金属部分を覆い、綿状の被膜 2 2 2 を形成している。この場合、被膜 2 2 2 は、厚さ 5 0 ~ 2 0 0  $\mu$  m の板状金属部材 2 2 1 を 1 0 ~ 3 0  $\mu$  m の厚さで覆い、滑らかな曲面を形成している。

#### 【 0 0 3 0 】

この実施の形態では、電子放出部 2 2 0 の製造方法として反応容器に板状金属部材 2 2 1 を入れて真空に排気した後、メタンガスと水素ガス、あるいは一酸化炭素ガスと水素ガスを所定の比率で導入して 1 気圧に保ち、赤外線ランプで板状金属部材 2 2 1 を所定時間加熱して板状金属部材 2 2 1 の表面や格子を構成する貫通孔壁に炭素からなるナノチューブ状繊維の被膜 2 2 2 を成長させる熱 C V D 法を用いた。熱 C V D 法を用いると、板状金属部材 2 2 1 に被膜 2 2 2 を構成する炭素からなるナノチューブ状繊維をカールした状態で形成することができる。なお、電子放出部 2 2 0 を基板 2 0 2 に固定する場合、絶縁性ペーストの厚さが薄い場合には、図 4 ( b ) のように板状金属部材 2 2 1 に形成された被膜 2 2 2 の固定面側をあらかじめ除去しておいてもよい。

#### 【 0 0 3 1 】

次に、この実施の形態にかかる蛍光表示管の動作について説明する。図 4 ( a ) に示すように、電子放出部 2 2 0 と電子引き出し電極 2 3 0 の間に電子引き出し電極 2 3 0 が正の電位となるように高電圧を印加すると、電子放出部 2 2 0 の被膜 2 2 2 を構成するナノチューブ状繊維に電界が均一に印加されて、ナノチューブ状繊維から電子 ( e - ) が引き出され、電子引き出し電極 2 3 0 の電子通過孔 2 3 1 を通して放出される。このため、透明電極 2 1 1 に電子引き出し電極 2 3 0 に対して例えば + 6 0 V 程度の正電圧 ( 加速電圧 ) が印加されていると、電子が透明電極 2 1 1 に向かって加速され、蛍光体膜 2 1 2 に衝突して蛍光体膜 2 1 2 を発光させる。

#### 【 0 0 3 2 】

この際、図 4 ( b ) に示すように、ナノチューブ状繊維から引き出された電子の一部が絶縁支持部材 2 4 0 の壁面に衝突して壁面から複数の二次電子を放出させる。これにより、壁面が正に帯電するため、壁面の表面電位が上昇するが、第



1の実施の形態と同じ構成の絶縁支持部材240を用いているので、第1の実施の形態で説明したように、帯電した壁面間の距離が短くなり表示パターンに対応する開口部内の電界強度が均一化される。このため、電子引き出し電極230の電位と絶縁支持部材240の帯電した壁面の電位との合成による仮想的な電子引き出し電極232は、図4(b)の点線で示すように、実際の電子引き出し電極230よりも電子放出部220に近い位置にあり、かつその形状の傾きも図7(b)の点線で示した従来の蛍光表示管の仮想的な電子引き出し電極432に比べて緩やかになる。よって、この実施の形態においても、第1の実施の形態と同じ効果が得られる。

#### 【0033】

次に、この発明の第3の実施の形態について説明する。

図5は、この発明の第3の実施の形態にかかる蛍光表示管を示しており、同図において(a)は全体の構成を示す断面図、(b)は(a)の電子放出部付近の拡大図である。この蛍光表示管が図1に示したものと異なる点は、絶縁支持部材340を電子放出部320上に垂設した壁状構造物342と隔壁343で構成し、かつ電子引き出し電極330を壁状構造物342と隔壁343の頂部に設けた導電膜で構成したことと、前面支持部材305を電子引き出し電極330に接触するように配置したことである。なお、電子引き出し電極330と絶縁支持部材340以外は、第1の実施の形態で説明したものと同じであるので、説明を省略する。

#### 【0034】

ここで、絶縁支持部材340は、図6で示すように、電子放出部320の外周上に垂設した壁状構造物342と、電子放出部320上に垂設され電子放出部320の電子放出面をほぼ等しい幅に区切る隔壁343とから構成されており、隔壁343は壁状構造物342に接続されている。この絶縁支持部材340は、低融点のフリットガラスを含む絶縁ペーストを所定のパターンで所定の高さになるまで電子放出部320上に繰り返しスクリーン印刷した後、焼成して形成した絶縁体で構成されている。絶縁支持部材340の高さは、電子放出部320と電子引き出し電極330の間で放電が発生しない範囲で低くすることが望ましく、こ

の場合、電子放出部 3 2 0 の厚さ 2 0 ~ 1 0 0  $\mu$  m に対応して 1 0 0 ~ 2 0 0  $\mu$  m 程度とした。また、絶縁支持部材 3 4 0 を構成する壁状構造物 3 4 2 と隔壁 3 4 3 の幅は、3 0 ~ 1 5 0  $\mu$  m とし、隔壁間の幅を約 1 m m とした。

## 【 0 0 3 5 】

電子引き出し電極 3 3 0 は、図 6 で示すように、絶縁支持部材 3 4 0 の頂部に配置した導電膜で構成されている。この導電膜は、銀あるいはカーボンを導電材料として含んだ導電性ペーストを絶縁支持部材 3 4 0 の頂部に所定の厚さとなるようにスクリーン印刷した後、焼成して形成したものである。例えば、電子放出部 3 2 0 を形成した基板 3 0 2 の電子放出部 3 2 0 上に絶縁支持部材 3 4 0 のパターンに対応した絶縁ペーストを 2 0 回印刷した後、同じパターンで導電性ペーストを 1 回印刷し、その後に焼成して絶縁支持部材 3 4 0 と電子引き出し電極 3 3 0 を一体に形成する。

## 【 0 0 3 6 】

次に、この実施の形態にかかる蛍光表示管の動作について説明する。図 5 ( a ) に示すように、電子放出部 3 2 0 と電子引き出し電極 3 3 0 の間に電子引き出し電極 3 3 0 が正の電位となるように高電圧を印加すると、電子放出部 3 2 0 のカーボンナノチューブに電界が集中し、高電界となったカーボンナノチューブの先端から電子が放出される。このため、透明電極 3 1 1 に電子引き出し電極 3 3 0 に対して例えば + 6 0 V 程度の正電圧（加速電圧）が印加されていると、電子が透明電極 3 1 1 に向かって加速され、蛍光体膜 3 1 2 に衝突して蛍光体膜 3 1 2 を発光させる。

## 【 0 0 3 7 】

この際、図 5 ( b ) に示すように、カーボンナノチューブから放出された電子の一部が絶縁支持部材 3 4 0 の壁面に衝突して壁面から複数の二次電子を放出させる。これにより、壁面が正に帯電するため、壁面の表面電位が上昇するが、電子放出部 3 2 0 内の電子放出面が隔壁によってほぼ等しい幅に区切られているので、第 1 の実施の形態で説明したように、帯電した壁面間の距離が短くなり表示パターンに対応する電子放出面の電界強度が均一化される。このため、電子引き出し電極 3 3 0 の電位と絶縁支持部材 3 4 0 の帯電した壁面の電位との合成によ

る仮想的な電子引き出し電極 3 3 2 は、図 5 (b) の点線で示すように、実際の電子引き出し電極 3 3 0 よりも電子放出部 3 2 0 に近い位置にあり、かつその形状の傾きも図 7 (b) の点線で示した従来の蛍光表示管の仮想的な電子引き出し電極 4 3 2 に比べて緩やかになる。よって、この実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同じ効果が得られる。

## 【 0 0 3 8 】

この発明にかかる蛍光表示管は、前述した実施の形態で示したものに限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、第 3 の実施の形態で示した蛍光表示管の電子放出部 3 2 0 を第 2 の実施の形態で示した電子放出部 2 2 0 に代えてもよい。また、第 1 の実施の形態や第 2 の実施の形態において、電子引き出し電極 1 3 0, 2 3 0 を第 3 の実施の形態で示したように、絶縁支持部材 1 4 0, 2 4 0 の頂部に設けた導電膜で実現してもよい。逆に、第 3 の実施の形態において、電子引き出し電極 3 3 0 を第 1 の実施の形態で示したように、電子通過孔が多数設けられた金属板で構成してもよい。

## 【 0 0 3 9 】

また、電子引き出し電極を電子通過孔が多数設けられた金属板で構成した場合、絶縁支持部材を従来と同じもので構成し、絶縁支持部材で囲まれた領域の電子放出面上に別の絶縁基板で構成した隔壁を配置するようにしてもよい。この場合、二次電子放出の特性が異なることのないように同じ素材を用いることが望ましい。また、絶縁支持部材の隔壁の配置は、図 2 や図 6 に示したものに限られるものでなく、電子放出部の電子放出面を複数のほぼ同じ形状からなる電子放出領域に分割するように配置し、各電子放出面の電子放出量や放出面内の均一性がほぼ等しくなるように構成したものであれば何でもよい。例えば、隔壁に囲まれた個々の電子放出領域が円形、矩形、蜂の巣状のいずれかとなるようにしてもよい。また、発光部は、フロントガラスに蛍光体を配置し、陽極となるメタルバック膜を蛍光体の表面に形成したものであってもよい。

## 【 0 0 4 0 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、この発明は、少なくとも一部が透光性を有するフロント

ガラスと、このフロントガラスに対向配置された基板と、フロントガラス及び基板の周縁部を密閉接続するスペーサとからなりかつ内部が真空排気された外囲器と、この外囲器内のフロントガラス側に配置され、所定の表示パターンを有する蛍光体膜と、外囲器内の基板側に蛍光体膜と対向して配置され、表示パターンに対応したパターン形状の電子放出面を有する電子放出部と、この電子放出部と蛍光体膜の間に電子放出部から離間して配置された電子引き出し電極と、電子放出部の周縁上に配置されて電子引き出し電極を支持する絶縁支持部材とを備えた蛍光表示管において、絶縁支持部材が電子放出部の電子放出面を複数領域に分割する隔壁を有するように構成されているので、電子放出が均一化され、大面積の表示パターンを均一に発光させる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態を示す断面図である。

【図 2】 図 1 の絶縁支持部材を示す斜視図である。

【図 3】 この発明にかかる蛍光表示管で得られる表示状態を示す説明図である。

【図 4】 第 2 の実施の形態を示す断面図である。

【図 5】 第 3 の実施の形態を示す断面図である。

【図 6】 図 5 の絶縁支持部材を示す斜視図である。

【図 7】 面状電子放出源を用いた従来の蛍光表示管の構成を示す断面図である。

【図 8】 図 7 の蛍光表示管で得られる表示状態を示す説明図である。

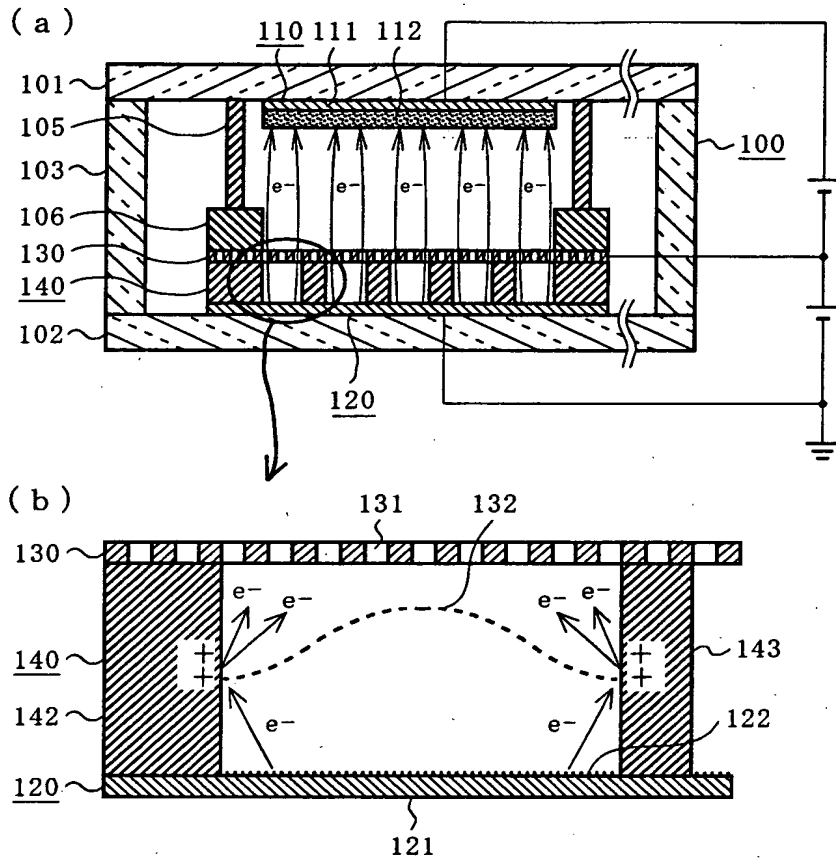
【符号の説明】

1 0 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0…外囲器、1 0 1, 2 0 1, 3 0 1, 4 0 1…フロントガラス、1 0 2, 2 0 2, 3 0 2, 4 0 2…基板、1 0 3, 2 0 3, 3 0 3, 4 0 3…スペーサ、1 0 5, 2 0 5, 3 0 5, 4 0 5…前面支持部材、1 0 6, 2 0 6, 4 0 6…中間支持部材、1 1 0, 2 1 0, 3 1 0, 4 1 0…発光部、1 1 1, 2 1 1, 3 1 1, 4 1 1…透明電極、1 1 2, 2 1 2, 3 1 2, 4 1 2…蛍光体膜、1 1 5, 4 1 5…表示パターン、1 2 0, 2 2 0, 3 2 0, 4 2 0…電子放出部、1 2 1, 3 2 1, 4 2 1…導電膜、1 2 2, 3 2 2, 4 2

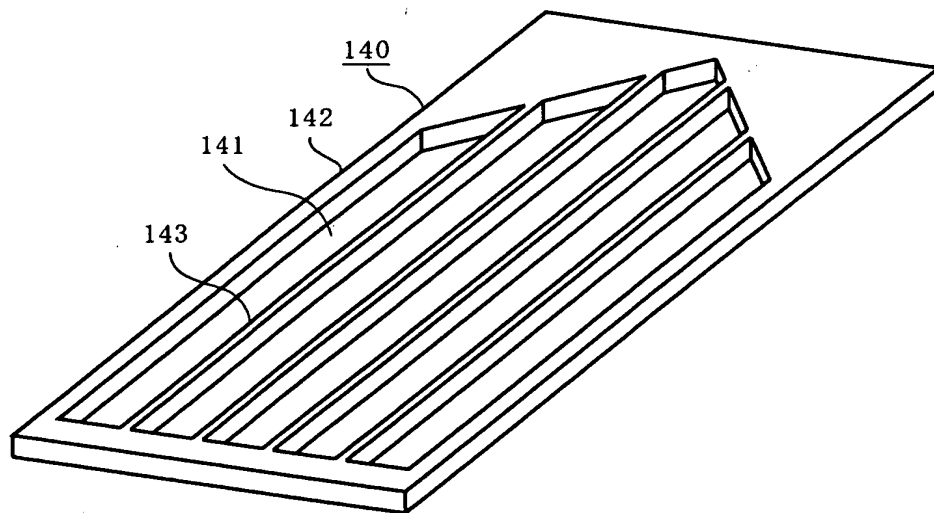
2…バンドル、130, 230, 330, 430…電子引き出し電極、131, 231, 431…電子通過孔、132, 232, 332, 432…仮想的な電子引き出し電極、140, 240, 340, 440…絶縁支持部材、141, 241…開口部、142, 242…絶縁基板、143, 243, 343…隔壁、221…板状金属部材、222…被膜、242…壁状構造体、416…高輝度部、417…低輝度部。

【書類名】 図面

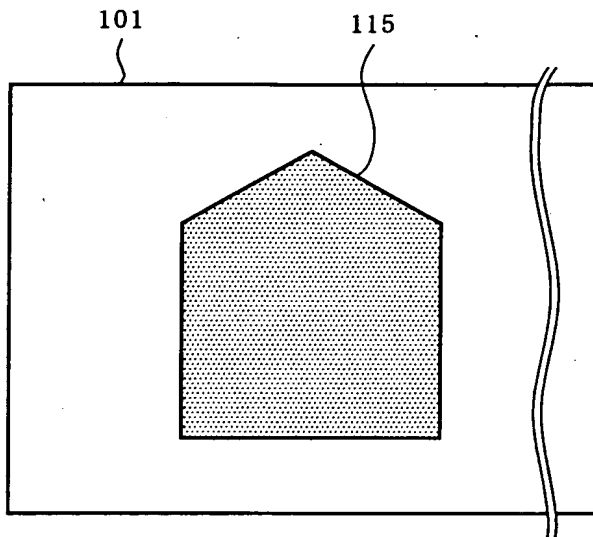
【図 1】



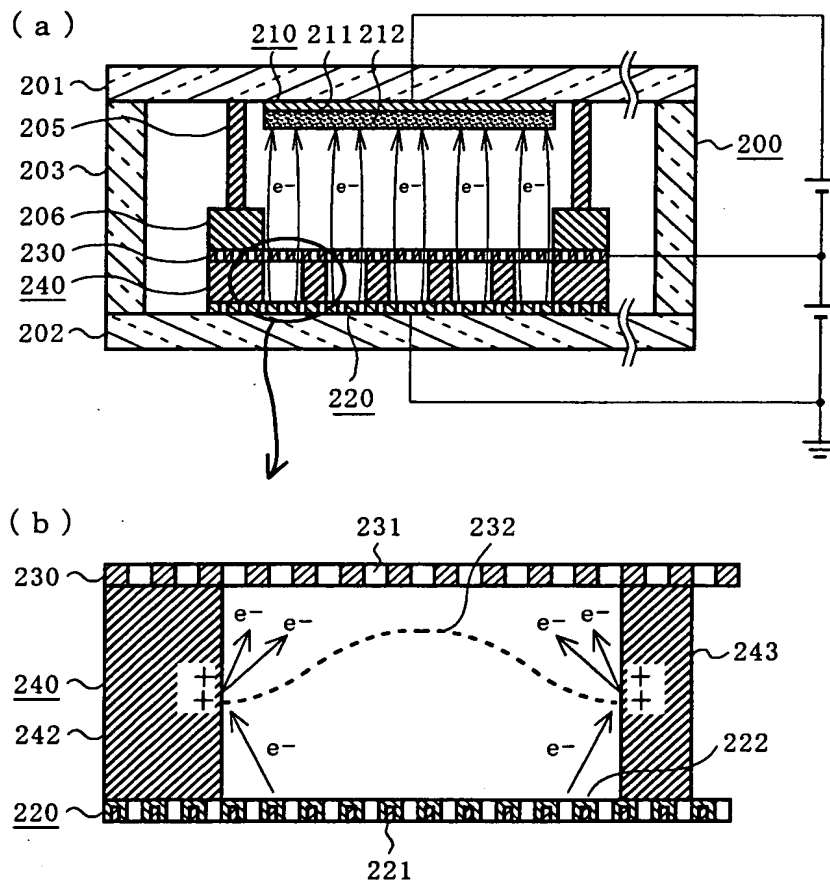
【図 2】



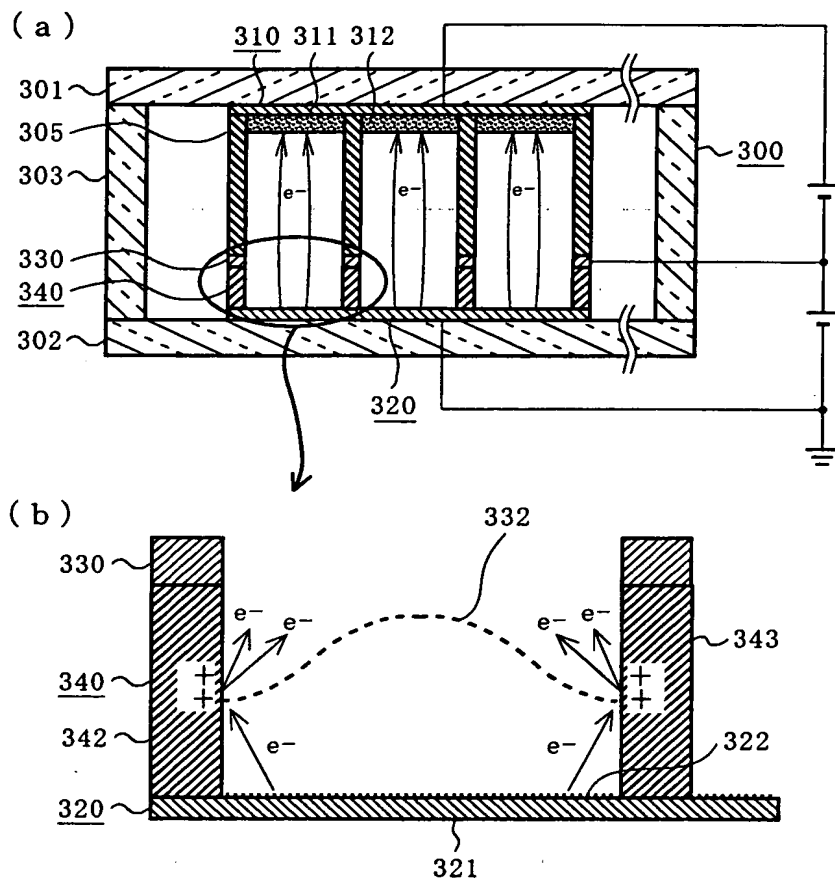
【図 3】



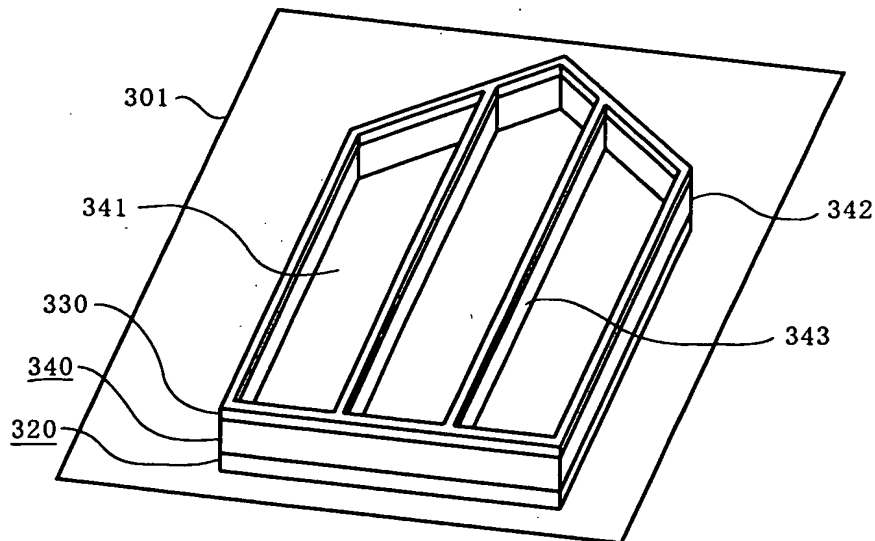
【図 4】



【図 5】

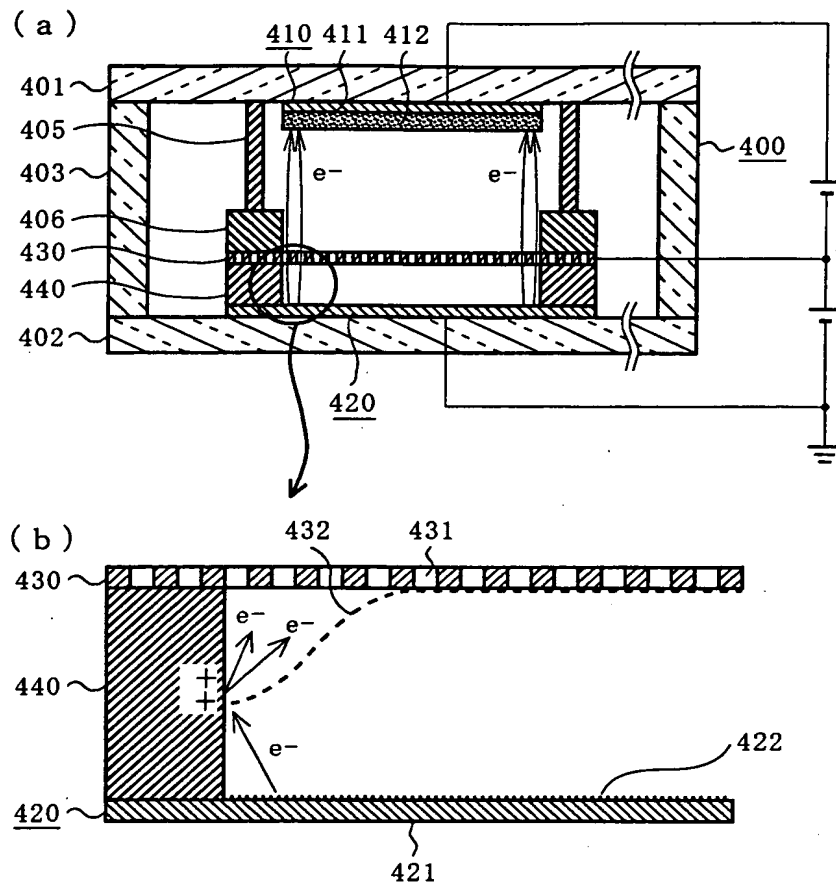


【図 6】

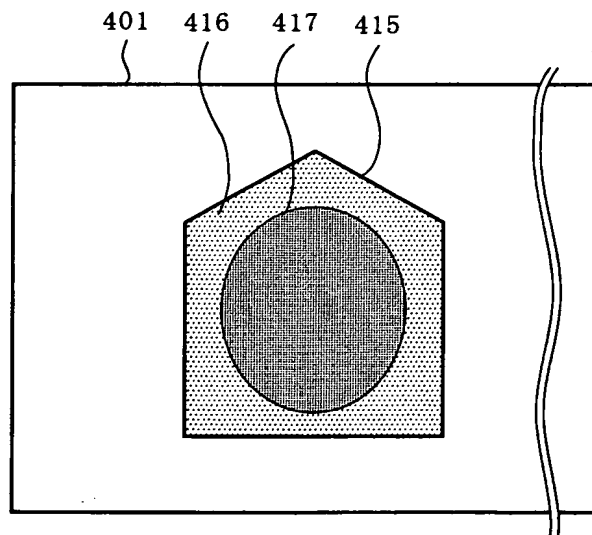




【図 7】



【図 8】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    面状電子放出源を用いた蛍光表示管において大面積の表示パターンを均一に発光させる。

【解決手段】    所定の表示パターンを有する蛍光体膜 1 1 2 と、蛍光体膜 1 1 2 と対向して配置された表示パターンに対応したパターン形状の電子放出面を有する電子放出部 1 2 0 と、この電子放出部 1 2 0 と蛍光体膜 1 1 2 の間に電子放出部 1 2 0 から離間して配置された電子引き出し電極 1 3 0 と、電子放出部 1 2 0 の周縁上に配置されて電子引き出し電極 1 3 0 を支持する絶縁支持部材 1 4 0 とを備えた蛍光表示管において、絶縁支持部材 1 4 0 に電子放出部 1 2 0 の電子放出面を複数領域に分割する隔壁 1 4 3 を備えた。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000117940]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	三重県伊勢市上野町字和田700番地
氏 名	伊勢電子工業株式会社